

PAT-NO: JP409050599A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09050599 A

TITLE: OPERATION PLANNING DEVICE FOR TRANSPORTING VEHICLE

PUBN-DATE: February 18, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NOMURA, MASAKO

TAMURA, MASAHIRO

FUJIYAMA, YUJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

KOBE STEEL LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP07203120

APPL-DATE: August 9, 1995

INT-CL (IPC): G08G001/123, G05B013/02 , G06F017/60

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a transporting vehicle operation planning device capable of obtaining the optimum allocation of all transporting vehicles to the whole transportation work.

SOLUTION: The operation planning device A is constituted so that respective information data related to transporting vehicle/transported object/transporting work and start and destination points to be used for an operation plan at least are stored in a transporting vehicle information storing part 1 or the like, conditions for the operation plan are stored in a plan condition storing part 5, the validity of allocation of transporting vehicles and transported objects to the transportation work is evaluated by an evaluation value calculating means 6 and an evaluation value increment predicting part 7 based upon respective information, and the allocation of the transporting vehicles and transported objects to the transportation work is executed by a branch limitation method based upon the operation plan conditions and the evaluation result of the allocation of the transporting vehicles and transported objects to the transportation work and then determined by a disable allocation candidate removing part 8, a transportation work/transporting vehicle/transported object allocating part 9 and so on. Thus the optimum allocation of all transporting vehicles to the whole transportation work can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-50599

(43)公開日 平成9年(1997)2月18日

(51)IntCl.*	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 8 G 1/123			G 0 8 G 1/123	Z
G 0 5 B 13/02		0360-3H	G 0 5 B 13/02	J
G 0 6 F 17/60			G 0 6 F 15/21	C
				L

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平7-203120

(22)出願日 平成7年(1995)8月9日

(71)出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号

(72)発明者 野村 真佐子

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72)発明者 田村 昌弘

兵庫県加古川市金沢町1番地 株式会社神

戸製鋼所加古川製鉄所内

(72)発明者 藤山 雄二

兵庫県加古川市金沢町1番地 株式会社神

戸製鋼所加古川製鉄所内

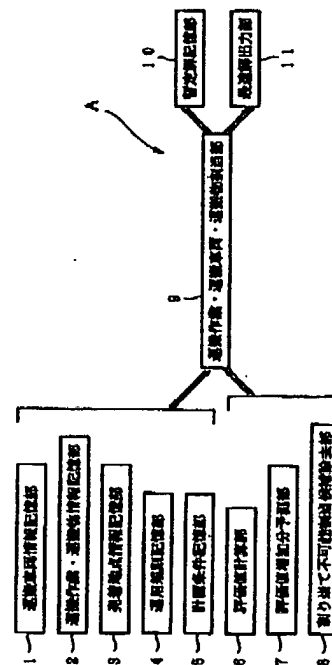
(74)代理人 弁理士 本庄 武男

(54)【発明の名称】 運搬車両の運行計画立案装置

(57)【要約】

【課題】 全運搬作業対全運搬車両の最適な割り当てを得ることのできる運搬車両の運行計画立案装置。

【解決手段】 本装置Aは、少なくとも運行計画の対象となる運搬車両・運搬物・運搬作業及び発着地点に関する各情報を運搬車両情報記憶部1等に、運行計画の条件を計画条件記憶部5にそれぞれ記憶しておき、上記各情報に基づいて運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当ての良否を評価値計算部6及び評価値増加分子減部7により評価し、上記運行計画の条件と上記運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当ての評価結果とに基づいてその運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当てを分枝限定法により割り当て不可能割当候補除去部8、運搬作業・運搬車両・運搬物割当部9等により決定するように構成されている。上記構成により、全運搬作業対全運搬車両の最適な割り当てが得られる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の運搬車両により複数の運搬物を積載又は牽引して予め設定された発着地点間を運搬する作業に対し、各運搬車両及び運搬物を割り当ててそれぞれの運行計画を立案する装置において、少なくとも上記運行計画の対象となる運搬車両、運搬物、運搬作業及び発着地点に関する各情報を記憶する計画情報記憶手段と、上記運行計画の条件を記憶する計画条件記憶手段と、上記各情報に基づいて運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当ての良否を評価する割り当て評価手段と、上記運行計画の条件と、上記運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当ての評価結果とに基づいて、該運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当てを、分枝限定法により決定する割り当て決定手段とを具備してなることを特徴とする運搬車両の運行計画立案装置。

【請求項2】 上記割り当て決定手段が、運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当てを分枝限定法により決定するに当り、割り当て不可能な運搬作業と運搬車両及び運搬物とからなる割り当て候補を線形計画法を用いて除去する請求項1記載の運搬車両の運行計画立案装置。

【請求項3】 上記割り当て決定手段が、運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当てを分枝限定法により決定するに当り、割り当て不可能な運搬作業と運搬車両及び運搬物とからなる割り当て候補を目標計画法を用いて除去する請求項1記載の運搬車両の運行計画立案装置。

【請求項4】 上記割り当て決定手段が、運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当てを分枝限定法により決定するに当り、割り当て不可能な運搬作業と運搬車両及び運搬物とからなる割り当て候補をファジィ線形計画法を用いて除去する請求項1記載の運搬車両の運行計画立案装置。

【請求項5】 上記割り当て評価手段が、運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当て数が増加するに従って、単調増加又は単調減少する評価値を演算し、運搬車両及び運搬物の未割り当て作業に対する割り当てによる上記評価値の増加又は減少分の最小限を求め、かつ、上記割り当て決定手段が、上記評価値と該評価値の増加又は減少分の最小限とに基づいて上記運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当てを決定する請求項1～4のいずれかに記載の運搬車両の運行計画立案装置。

【請求項6】 上記割り当て評価手段が、上記評価値の増加又は減少分の最小限を求めるに当り、最適割り当て問題の解法を用いる請求項5記載の運搬車両の運行計画立案装置。

【請求項7】 上記運搬物が混雑車であり、かつ、上記運搬車両が機関車である請求項1～6のいずれかに記載の運搬車両の運行計画立案装置。

【請求項8】 上記運搬物が台車であり、かつ、上記運

2

搬車両が機関車である請求項1～6のいずれかに記載の運搬車両の運行計画立案装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、運搬車両の運行計画立案装置に係り、詳しくは複数の運搬車両により複数の運搬物を積載又は牽引して予め設定された発着地点間を運搬する作業に対し、各運搬車両及び運搬物を割り当ててそれぞれの運行計画を立案する装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図10は、従来の運搬車両の運行計画立案装置A'の一例における概略構成を示すブロック図である。ここでは、台車・機動車諸元情報記憶部56と、台車・機動車使用予定情報記憶部57と、運搬作業情報記憶部54と、積地・卸地情報記憶部55と、運搬作業に対する台車51、51、…、機動車52、52、…の割り当ての優先順位及び台車、機動車の運用目標に関連する運用規則情報を記憶する運用規則情報記憶部53とのそれぞれから、台車・機動車運行計画決定部58に、前記台車・機動車諸元情報、使用予定情報、運搬作業情報、積地・卸地情報及び運用規則情報が与えられる。台車・機動車運行計画決定部58では、これらの情報に基づき、多重ツリー探索法を用いて運搬作業のそれぞれに対し、使用する台車と機動車とを各別に割り当て、台車及び機動車の運行計画を作成する。具体的には、図11に示すように、先ず台車・機動車の利用可能時間帯を算出し(S51)、運搬作業を時間帯によって複数のグループに分けた後(S52)、まだ割り当ての済んでいないグループの中で最も時刻の早いグループについて、グループ内の作業を優先順位に従って並べ変えて運搬作業列のデータを作成し(S53、S54)、上記ステップS51で計画対象とした台車列を作成する(S55)。そして、運搬作業情報、積地・卸地情報、台車・機動車諸元情報及び運用規則情報に基づき、運搬作業列のデータ及び台車列のデータについて、多重ツリー探索法を用いて運搬作業一台車の割り当てを行う(S56)。この後、機動車についても同様の割り当てを行い(S57～S61)、作業を終了する。ここで、多重ツリー探索法とは、ツリー探索を行うための分枝限定法を応用したものであり、探索のためのツリーを部分問題に分解してツリーを多重化し、それぞれのツリー毎に解の探索を行うものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記したような従来の運搬車両の運行計画立案装置A'では、計画立案に多重ツリー探索法を用いているので、分解された各ツリー内での最適解を得ることはできるものの、全体ツリーでの最適解は必ずしも得ることができない。このため、全運搬作業対全運搬車両の最適な割り当てが得られるとは限

らない。本発明は、このような従来の技術における課題を解決するために、運搬車両の運行計画立案装置を改良し、全運搬作業対全運搬車両の最適な割り当てを得ることのできる運搬車両の運行計画立案装置を提供することを目的とするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、複数の運搬車両により複数の運搬物を積載又は牽引して予め設定された発着地点間を運搬する作業に対し、各運搬車両及び運搬物を割り当ててそれぞれの運行計画を立案する装置において、少なくとも上記運行計画の対象となる運搬車両、運搬物、運搬作業及び発着地点に関する各情報を記憶する計画情報記憶手段と、上記運行計画の条件を記憶する計画条件記憶手段と、上記各情報に基づいて運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当ての良否を評価する割り当て評価手段と、上記運行計画の条件と、上記運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当ての評価結果とに基づいて、該運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当てを、分枝限定法により決定する割り当て決定手段とを具備してなることを特徴とする運搬車両の運行計画立案装置として構成されている。さらには、上記割り当て決定手段が、運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当てを分枝限定法により決定するに当り、割り当て不可能な運搬作業と運搬車両及び運搬物とからなる割り当て候補を線形計画法を用いて除去する運搬車両の運行計画立案装置である。

【0005】さらには、上記割り当て決定手段が、運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当てを分枝限定法により決定するに当り、割り当て不可能な運搬作業と運搬車両及び運搬物とからなる割り当て候補を目標計画法を用いて除去する運搬車両の運行計画立案装置である。さらには、上記割り当て決定手段が、運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当てを分枝限定法により決定するに当り、割り当て不可能な運搬作業と運搬車両及び運搬物とからなる割り当て候補をファジィ線形計画法を用いて除去する運搬車両の運行計画立案装置である。さらには、上記割り当て評価手段が、運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当て数が多くなるに従って、単調増加又は単調減少する評価値を演算し、運搬車両及び運搬物の未割り当て作業に対する割り当てによる上記評価値の増加又は減少分の最小限を求め、かつ、上記割り当て決定手段が、上記評価値と該評価値の増加又は減少分の最小限とに基づいて上記運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当てを決定する運搬車両の運行計画立案装置である。さらには、上記割り当て評価手段が、上記評価値の増加又は減少分の最小限を求めるに当り、最適割り当て問題の解法を用いる運搬車両の運行計画立案装置である。

【0006】さらには、上記運搬物が混雑車であり、かつ、上記運搬車両が機関車である運搬車両の運行計画立

案装置である。さらには、上記運搬物が台車であり、かつ、上記運搬車両が機関車である運搬車両の運行計画立案装置である。ここに、分枝限定法は、全ての割り当て可能性について検討する手法であるので、本発明によれば、問題を分解する多重ツリー探索法を用いた従来例とは異なり、全体を通した最適解を得ることができる。また、分枝限定法では、効率的に探索の打ち切りを行うことによって、高速な探索を行うことができるが、本発明によれば、線形計画法または、目標計画法または、ファジィ線形計画法といった容易な手段によって、割り当て可能な運搬作業と運搬車両及び運搬物との組合せを見出して除去することが可能である。さらに、評価値を単調増加または単調減少となるように定めて、車両未割り当て作業に全ての車両を割り当てた場合の評価値増加分または減少分の最小限を、実際に全ての割り当ての組合せを調べることなく求められるため、現在分かっている最良の割り当ての評価値よりも、これから割り当てを進めていくと評価値が悪化することが分かると探索を容易に打ち切ることができ、その結果高速な探索が可能となる。

【0007】

【発明の実施の形態】及び

【実施例】以下添付図面を参照して、本発明の実施の形態及び実施例につき説明し、本発明の理解に供する。尚、以下の実施の形態及び実施例は、本発明を具体化した一例であって、本発明の技術的範囲を限定する性格のものではない。ここに、図1は本発明の実施例の形態及び実施例に係る運搬車両の運行計画立案装置Aの概略構成を示すブロック図、図2は運搬車両情報記憶部の記憶内容の一例を示す図表、図3は運搬作業・運搬物情報記憶部の記憶内容の一例を示す図表、図4は発着地点情報記憶部の記憶内容の一例を示す図表、図5は着地点、発着地点を結ぶ2部グラフの一例を示す図、図6はファジィメンバシップ関数の一例を示す図、図7は割り当てツリーの一例を示す図、図8は装置Aの動作手順を示すフロー図、図9は装置Aの出力例を示す図である。

【0008】図1に示す如く、本発明の実施の形態及び実施例に係る運搬車両の運行計画立案装置Aは、複数の運搬車両により複数の運搬物を積載又は牽引して予め設定された発着地点間を運搬する作業に対し、各運搬車両及び運搬物を割り当ててそれぞれの運行計画を立案する点で従来例と同様である。しかし、本実施の形態及び実施例では、少なくとも上記運行計画の対象となる運搬車両、運搬物、運搬作業及び発着地点に関する各情報を記憶する運搬車両情報記憶部1、運搬作業・運搬物情報記憶部2、発着地点情報記憶部3、運用規則記憶部4（1～4が計画情報記憶手段に相当）と、上記運行計画の条件を記憶する計画条件記憶部5（計画条件記憶手段に相当）と、上記各情報に基づいて運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当ての良否を評価する評価値計算部

6. 評価値増加分子測部7(6及び7が評価手段に相当)と、上記運行計画の条件と上記運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当ての評価結果とに基づいて、該運搬作業に対する運搬車両及び運搬物の割り当てを分枝限定法により決定する割り当て不可能割当候補除去部8、運搬作業・運搬車両・運搬物割当部9、暫定解記憶部10、最適解出力部11(8~11が割り当て決定手段に相当)とを具備してなる点で従来例と異なる。

【0009】以下、本装置Aをさらに具体化すると共に、その作動原理について詳述する。尚、ここでは運搬物として混鉄車を、運搬車両として機関車を用いるものとするが、運搬物として台車を用いることとしても何ら支障はない。また、ここでは次のような記号を用いるものとする。

・機関車の数をI、機関車割当対象の輸送作業(運搬作業)の数をJとする。

・第j輸送作業の発地点を $p_s(j)$ 、着地点を $p_r(j)$ とする。

・第j輸送作業の発要求時刻を $t_s(j)$ 、着要求時刻を $t_r(j)$ とする。

・第j輸送作業の発時刻を $x(j)$ 、着時刻を $y(j)$ とする(これらは定数ではなく変数である)。

・地点 $p_1$ 、 $p_2$ 間の単走時間(混鉄車を接続しないで機関車単体で移動するのに要する時間)を $T_0(p_1, p_2)$ 、輸送時間(混鉄車を機関車に接続して移動するのに要する時間)を $T_1(p_1, p_2)$ とする。

・機関車iの初期位置 $p_i^0$ 、稼働開始時刻を $t_i^0$ 、稼働終了時刻を $t_i^1$ とする。

・現在割当完了している最終の輸送作業番号を $j_0$ とする。

・現在機関車iに割り当てられている輸送作業数を $K(i)$ とする。

・現在機関車iに割り当てられている輸送作業番号を $j_i^1, j_i^2, \dots, j_i^{K(i)}$ とする。

【0010】運搬車両情報記憶部1には、図2に示すように、機関車の車番と、それぞれの初期位置及び稼働可能な時間帯とが記憶されている。運搬作業・運搬物情報記憶部2には、図3に示すように各輸送作業の作業番号、発地点名、着地点名、発要求時刻、着要求時刻、輸\*

$$y(j) = x(j) + T_1(p_s(j), p_r(j))$$

$$(j=1, 2, \dots, J) \quad \dots (1)$$

2. 第 $j_i^k$ 輸送作業の発地点から発車する時刻 $x(j_i^k)$ は、同じ機関車の前回輸送作業 $j_i^{k-1}$ の着地点 $p_r(j_i^{k-1})$ へ着いた時刻と、前回輸送作業 $j_i^{k-1}$ の着地点 $p_r(j_i^{k-1})$ から今回輸送作業 $j_i^k$ ※

$$x(j_i^k) \geq y(j_i^{k-1}) + T_0(p_r(j_i^{k-1}), p_s(j_i^k))$$

$$(i=1, 2, \dots, I, K=2, 3, \dots, K(i))$$

$$\dots (2)$$

【0013】3. 機関車iの行う最初の輸送作業である第 $j_i^1$ 輸送作業の発地点から発車する時刻x

★(j<sub>i</sub><sup>1</sup>)は、稼働開始時刻 $t_i^0$ に、初期位置 $p_i^0$ ★50から第 $j_i^1$ 輸送作業の発地点までの単走時間 $T_0(p$

\*送作業の対象となる混鉄車番号、混鉄車による輸送内容物からなる運搬作業・運搬物情報が記憶されている。作業は発要求時刻の早い順に並べられている。発着地点情報記憶部3には、図4に示すように、発着地点間の標準移動時間が記憶されている。標準移動時間には、輸送時間と単走時間の両方が記憶されている。運用規則記憶部4には、割り当ての目標として機関車の単走時間合計の最小化という目標が記憶されている。

【0011】評価値計算部6では、機関車の単走時間合計を求めて評価値とする。評価値増加分子測部7では、次のようにして今後の割り当てにより増加する評価値の増加分の最小値(最小限)を求める。即ち、図5に示すように、着地点、発地点の2組の節点集合を作り、1対1に結んだ2部グラフを作成する。枝の重みとして、地点間の単走時間を付与する。但し、終点につながる枝の重みは0とする。すると、I台の機関車の運行経路は必ずこの2組の節点の1対1対応(割当)として表すことができる。その割り当てでの枝の重みの合計は、単走時間の合計となる。運行経路の集合は割り当ての集合の部分集合であるから、割り当ての最小値はその部分集合の最小と比較して常に等しいかまたは小さい。従って、枝の重み合計が最小となる割り当て(最小割当)を求めれば、運行経路の中で単走時間が最小のものの単走時間の合計よりも必ず小さく、今後どのような割り当てをしたとしても最低限これ以上の単走時間がかかるということが分かる。このような最小割当が短時間で求められることは、例えば人見勝人著「生産管理光学」、コロナ社出版、1978年、PP94-96により知られている。そこで、上記のような最小割当を求めることによって、評価値増加分の最小値を予測することができる。

【0012】割り当て不可能割当候補除去部8では、次のようにして割り当て不可能な割当候補の除去を行う。このための条件が計画条件記憶部5に記憶されている。その内容は以下のとおりである。

1. 地点 $p_r(j)$ への着時刻 $y(j)$ は、地点 $p_s(j)$ での発時刻 $x(j)$ に地点 $p_s(j)$ 、 $p_r(j)$ 間の輸送時間を足した時刻でなければならない。

$i^0, p_s(j_{i-1})$ より後でなければならない。

$$x(j_{i-1}) \geq t_{i-1} + T_0(p_{i-1}, p_s(j_{i-1})) \quad (i=1, 2, \dots, I) \quad \dots (3)$$

4. 機関車 $i$ の行う最終の輸送作業である第 $j_{i-1}$ 輸送作業の着地点に到着する時刻 $y(j_{i-1})$ は、稼働\*

$$y(j_{i-1}) \leq t_{i-1} \quad (i=1, 2, \dots, I) \quad \dots (4)$$

上記条件(1)～(4)は、分枝限定法における一般的な制約条件であるが、本発明では、次のような条件をさらに追加し、割当候補の除去を行う。

$$x(j) = t_s(j) \quad (j=1, 2, \dots, J) \quad \dots (5)$$

(b) 着時刻は着要求時刻に一致しなければならない。

$$y(j) = t_r(j) \quad (j=1, 2, \dots, J) \quad \dots (6)$$

上記条件(1)～(6)のもとで、目的関数を次のように定義し、これを最小化する。

【0014】

【数1】

$$z = \sum_{j=1}^J \{x(j) + y(j)\} \quad \dots (7)$$

ここで、周知のシンプレックス法を用いて以上の線形計★20

$$x(j) - d_{j+} + d_{j-} = t_s(j) \quad (j=1, 2, \dots, J) \quad \dots (8)$$

(b) 着時刻の着要求時刻からの超過分を $d_{j+}$ 、不足分を $d_{j-}$ とすると次式が成立する。

$$y(j) - d_{j+} + d_{j-} = t_r(j) \quad (j=1, 2, \dots, J) \quad \dots (9)$$

【0016】上記条件(1)～(4)、(8)、(9)のもとで、次の目的関数を最小化する。

◆【数2】

$$z = \sum_{j=1}^J (d_{j+} + d_{j-} + d_{j+} + d_{j-}) \quad \dots (10)$$

目的関数の最小値は、発時刻・着時刻をどれだけ目標に近づけてもこれ以上は近づけられないという限界を示している。従って、予め閾値を設けておき、これよりも値が大きければ割り当て不可能とみなすことができ、割当候補を除去することができる。

【0017】7. ファジィ計画法を用いる場合：第 $j$ 輸送作業の発時刻 $x(j)$ 、着時刻 $y(j)$ について、発\*

\*要求時刻 $t_s(j)$ 、着要求時刻 $t_r(j)$ からのずれの好ましさを表現するメンバシップ関数を、図6に示すように定義する。即ち、

(a) 発時刻の発要求時刻からのずれの好ましさを $s(j)$ は次式で表現する。

【数3】

$$\lambda_s(j) = \begin{cases} 0 & (x(j) \leq t_s(j) - \alpha_1(j)) \\ 1 + \frac{x(j) - t_s(j)}{\alpha_1(j)} & (t_s(j) - \alpha_1(j) \leq x(j) \leq t_s(j)) \\ 1 - \frac{x(j) - t_s(j)}{\alpha_2(j)} & (t_s(j) \leq x(j) \leq t_s(j) + \alpha_2(j)) \\ 0 & (t_s(j) + \alpha_2(j) \leq x(j)) \end{cases}$$

--- (11)

【0018】(b) 着時刻の着要求時刻からのずれの好ましさを $\lambda_r(j)$ は次式で表現する。

※【数4】

※

$$\lambda_j(j) = \begin{cases} 0 & (y(j) \leq t_j(j) - \beta_1(j)) \\ 1 + \frac{y(j) - t_j(j)}{\beta_1(j)} & (t_j(j) - \beta_1(j) \leq y(j) \leq t_j(j)) \\ 1 - \frac{y(j) - t_j(j)}{\beta_2(j)} & (t_j(j) \leq y(j) \leq t_j(j) + \beta_2(j)) \\ 0 & (t_j(j) + \beta_2(j) \leq y(j)) \end{cases}$$

--- (12)

【0019】上記条件(1)～(4)、(11)、(12)のもとで、次の目的関数を最小化する。

$$\sum_{j=1}^J \{\lambda_i(j) + \lambda_j(j)\} \quad \text{--- (13)}$$

シンプレックス法を用いて以上のファジィ線形計画問題を解くと、メンバシップ関数(11)、(12)の範囲内で解が存在しなければ、この割り当てが不可能であることがわかり、割当候補を除去することができる。

【0020】運搬作業・運搬車両・運搬物割当部9では、図7に示すような割り当てツリーを作り、同ツリーの向かって左上から順に縦型検索を行うものとする。探索は具体的には図8に示すような手順により分枝限定法を用いて行う。

ステップS1：暫定解記憶部10を初期化し、暫定値として非常に大きな数値を格納する。

ステップS2：ツリー左上に近い方から、未探索の節点を1つ選択する。

ステップS3：現在選択されている節点までの割り当てに基づき、割り当て不可能割当候補除去部8により割り当て可能性をチェックする。そして、割り当て可能ならば次ステップへ、割り当て不可能ならば後述するステップS9へ移行する。

ステップS4：評価値計算部6により、現在選択されている節点までの割り当てによる評価値を計算する。

【0021】ステップS5：評価値増加分予測部7により、現在選択されている節点以下の割り当てによる評価値増加分の最小限を求める。

ステップS6：上記ステップS4で求めた評価値と上記ステップS5で求めた評価値増加分の最小限とを合計した値と、暫定解記憶部10に記憶されている暫定値とを比較する。そして、前者の方が小さければ次ステップへ、前者の方が大きければ後述するステップS9へ移行する。

ステップS7：現在選択されている節点が、ツリーの下端でなければ上記ステップS2へ戻る。

ステップS8：現在選択されている節点における割り当てと評価値とを、暫定解記憶部10に記憶されているものと入れ換えて記憶し、次のステップS9へ移行する。

【0022】ステップS9：節点を終端(この節点以下\*

10\*のサブツリーの節点をすべて探索済みとする)とし、後戻り(バックトラック)操作により未探索の節点を選択する。未探索の節点があれば上記ステップS3へ戻る。  
ステップS10：暫定解記憶部10に記憶されている暫定解があれば、その解を最適解出力部11により最適解として出力する。記憶されている暫定解がなければ、この機関車台数での割り当ては不可能と結論でき、最適解出力部11により解なしとの結論を出力する。本装置Aを用いて得られる機関車の運行計画の一例を図9に示した。このとき約1時間の運行計画を求めるのに要した計算時間は35秒であった。従って、ツリーの分割を行わずに全体を通した最適解を、ここでは実用的にかつ十分短時間に得ることができることがわかった。

【0023】尚、上記実施形態及び実施例では、運搬物を予め運搬作業と1対1に対応づけておいた後、これと運搬車両との最適な組合せを考えたが、実使用に際しては、同様の手順で運搬物と運搬作業との最適な組合せを考えた後に、これらと運搬車両との最適な組合せを考えるととしてもよい。この場合も分枝限定法によるため、多重ツリー検索法を用いた従来例とは異なり、全体を通した最適解を得ることができる。

【0024】

【発明の効果】本発明に係る運搬車両の運行計画立案装置は、上記したように構成されているため、全運搬作業対全運搬車両の最適な割り当てを得ることができる。即ち、分枝限定法は全ての割り当て可能性について検討する手法であるので、本発明によれば問題を分解する多重ツリー検索法を用いた従来例とは異なり、全体を通した最適解を得ることができる。また、分枝限定法では、効率的に探索の打ち切りを行うことによって高速な探索を行うことができるが、本発明によれば、線形計画法又は目標計画法又はファジィ線形計画法といった容易に手段により、割り当て不可能な運搬作業と運搬車両及び運搬物との組合せを見いだして除去することが可能である。さらに、評価値を単調増加又は単調減少となるように定め、未車両割り当て作業に全ての車両を割り当てた場合の評価値増加分又は減少分の最小限を、実際に全ての割り当ての組合せを調べることなく求められるため、現在分かっている最良の割り当ての評価値よりも、これから割り当てを進めていくと評価値が悪化することが分かったと、探索を容易に打ち切ることができ、結果として高速

11

な探索が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例の形態及び実施例に係る運搬車両の運行計画立案装置Aの概略構成を示すブロック図。

【図2】 運搬車両情報記憶部の記憶内容の一例を示す図表。

【図3】 運搬作業・運搬物情報記憶部の記憶内容の一例を示す図表。

【図4】 発着地点情報記憶部の記憶内容の一例を示す図表。

【図5】 着地点、発地点を結ぶ2部グラフの一例を示す図。

【図6】 ファジィメンバーシップ関数の一例を示す図。

【図7】 割り当てツリーの一例を示す図。

【図8】 装置Aの動作手順を示すフロー図。

【図9】 装置Aの出力例を示す図。

【図10】 従来の運搬車両の運行計画立案装置A'の

12

一例における概略構成を示すブロック図。

【図11】 従来装置A'の動作手順を示すフロー図。

【符号の説明】

A…運搬車両の運行計画立案装置

1…運搬車両情報記憶部(計画情報記憶手段に相当)

2…運搬作業・運搬物情報記憶部(計画情報記憶手段に相当)

3…発着地点情報記憶部(計画情報記憶手段に相当)

4…運用規則記憶部(計画情報記憶手段に相当)

5…計画条件記憶部(計画条件記憶手段に相当)

6…評価値計算部(評価手段に相当)

7…評価値増加分子測部(評価手段に相当)

8…割り当て不可能割当候補除去部(割り当て決定手段に相当)

9…運搬作業・運搬車両・運搬物割当部(割り当て決定手段に相当)

10…暫定解記憶部(割り当て決定手段に相当)

11…最適解出力部(割り当て決定手段に相当)

【図2】

搬送車両番号	初期位置	稼働可能時間帯
1	DL1	53 9:00-12:00
2	DL2	23 9:00-18:00
3	DL3	84 9:15-18:00
4	DL4	51 9:20-18:00
5	DL5	— 稼働不可

【図3】

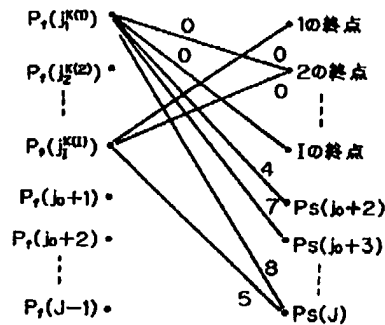
搬送作業番号	発地点	着地点	発要求時刻	着要求時刻	運送車両番号	内容物
1	54	88	9:16	9:20	TP4	C1234
2	28	51	9:19	9:26	TP1	C2456
3	84	15	9:20	9:28	TP3	C2488
4	51	88	9:22	9:33	TP15	C2845
5	28	58	9:26	9:32	TP7	C2987
...	...	...	...	...	...	...

【図4】

着地点 発地点	1	2	3	...	99
1		車2 輪3	車3 輪4	.....	車3 輪4
2	車2 輪3		車3 輪4	.....	車2 輪3
3	車3 輪4	車5 輪7		.....	車6 輪7
...	.....	.....	.....		.....
99	車15 輪16	車17 輪19	車18 輪19	.....	

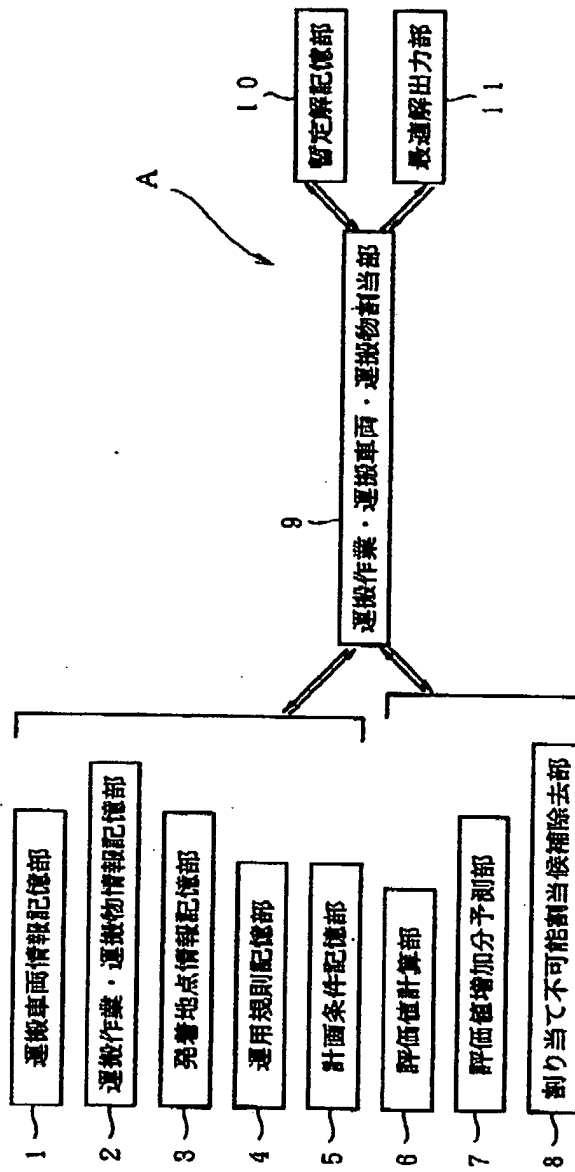
(備考: 輪×は輸送時間 車×は車送時間を示す。)

【図5】

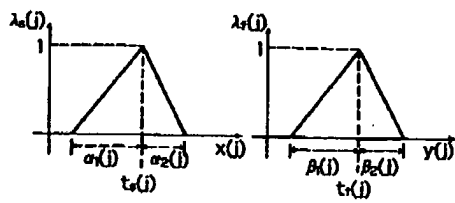




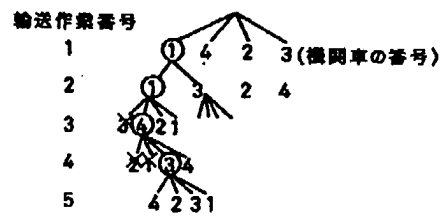
0  
【図1】



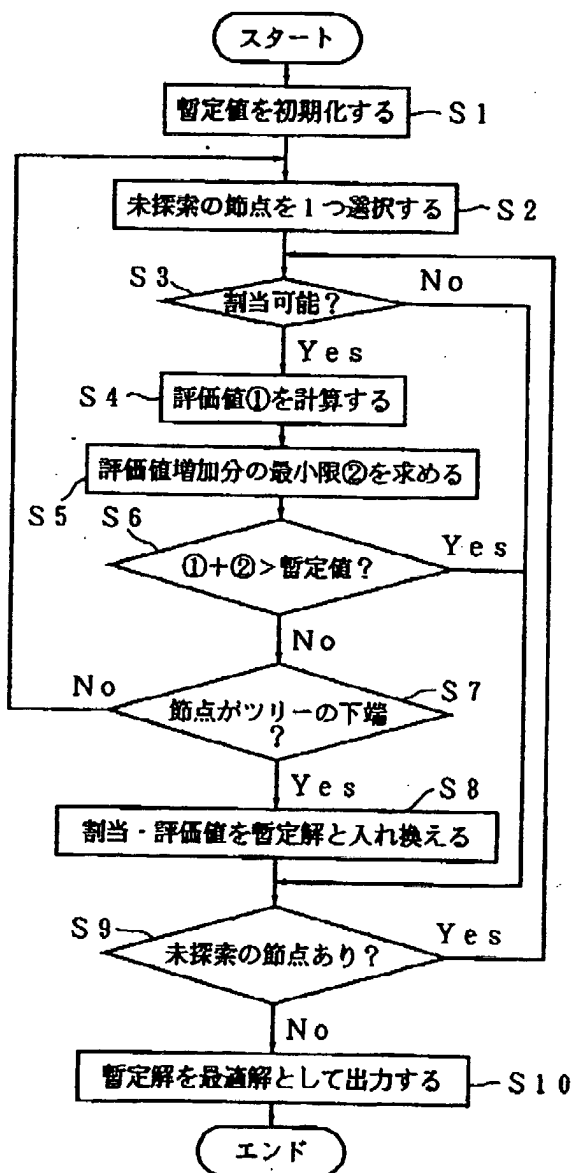
【図6】



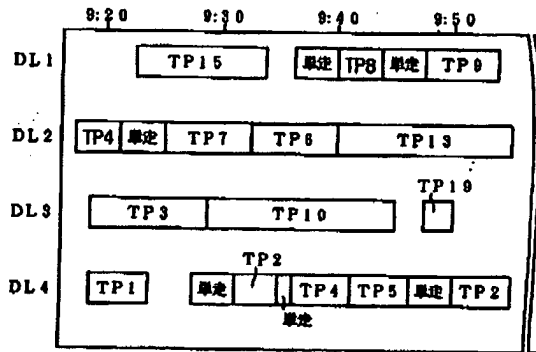
【図7】



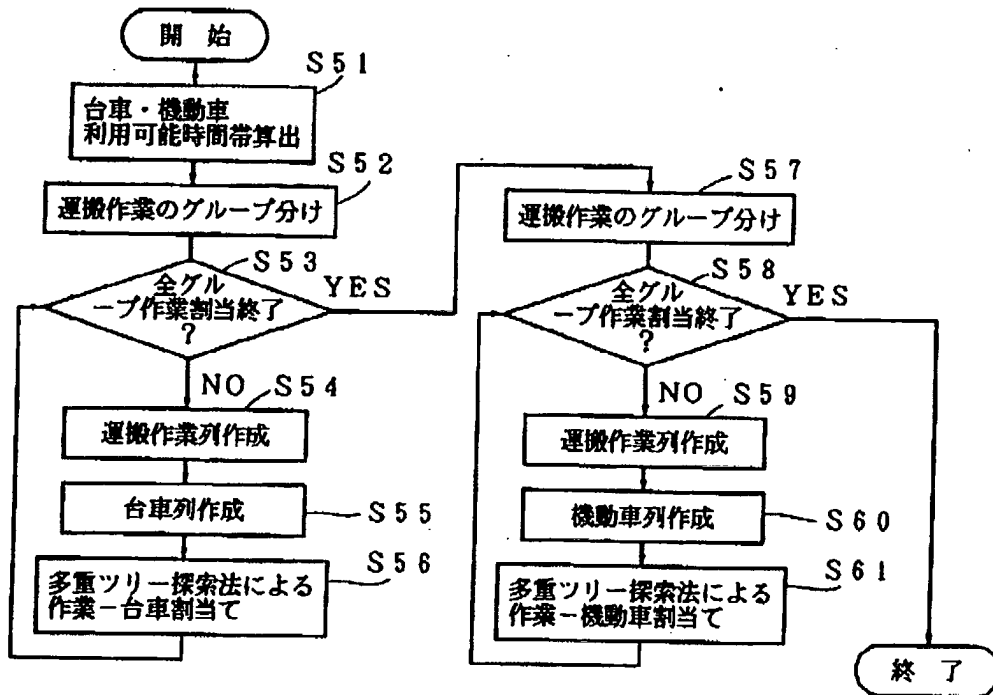
【図8】



【図9】



【図11】



【図10】

